

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

015306429 **Image available**

WPI Acc No: 2003-367363/ 200335

XRAM Acc No: C03-097414

XRPX Acc No: N03-293535

Piezoelectric element for micro actuator, resonator has sequentially arranged titanium, platinum and lead zirconate titanate films such that half value width of rocking curve of platinum film having specific crystal orientation, is preset

Patent Assignee: SONY CORP (SONY)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2003017767	A	20030117	JP 2001202588	A	20010703	200335 B

Priority Applications (No Type Date): JP 2001202588 A 20010703

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 2003017767	A		6	H01L-041/08	

Abstract (Basic): JP 2003017767 A

NOVELTY - A titanium film (12), a platinum film (13) and a lead zirconate titanate film (15) are sequentially arranged on a silicon substrate (11) such that the half value width of rocking curve of platinum film having (111) crystal orientation, is set as less than 5 degrees.

USE - Piezoelectric element for micro actuator, resonator filter, acceleration sensor or movement sensor.

ADVANTAGE - A highly efficient piezoelectric element is obtained.

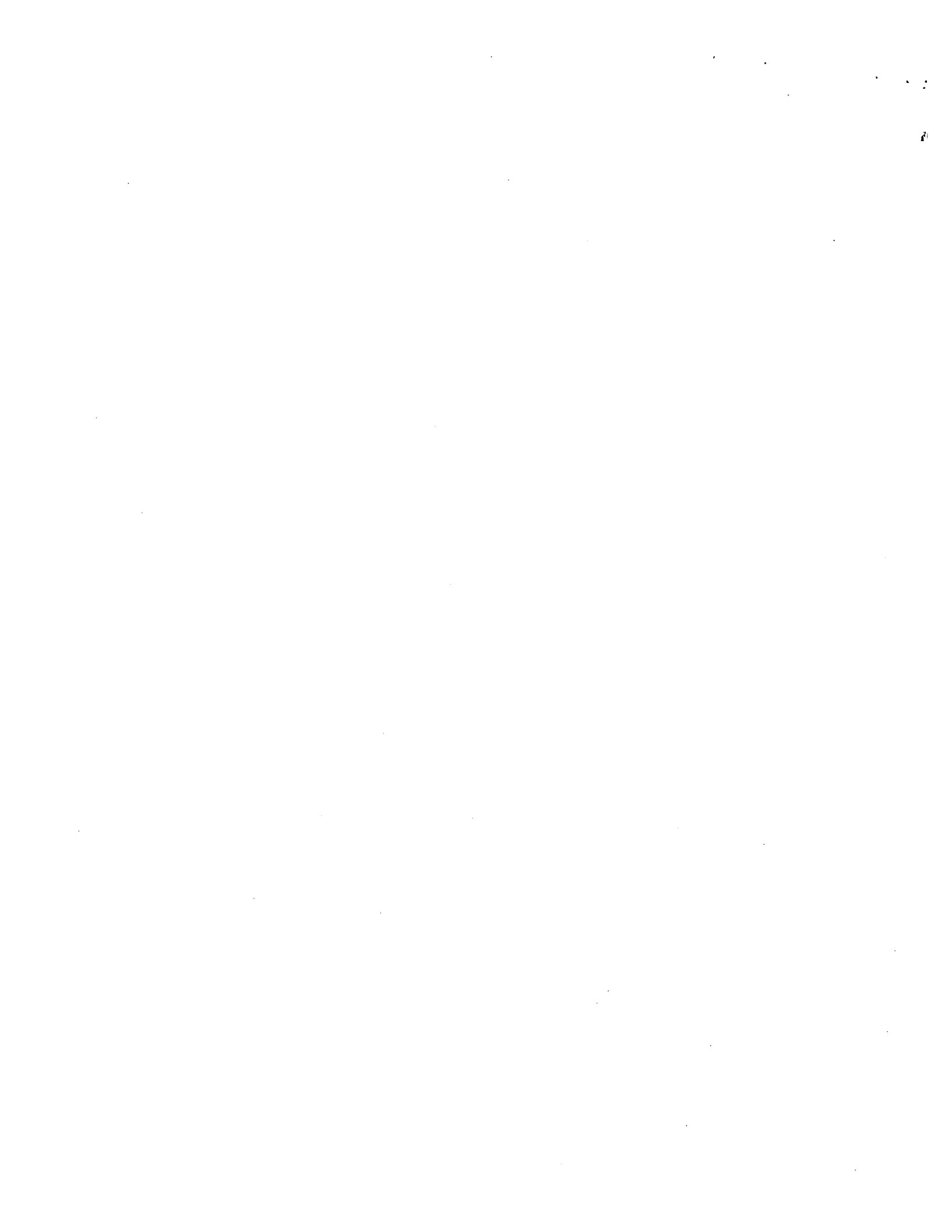
DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a sectional view of the piezoelectric element.

Silicon substrate (11)

Titanium film (12)

Platinum film (13)

Titanate film (15)



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-17767

(P2003-17767A)

(43) 公開日 平成15年1月17日 (2003.1.17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 1 L 41/08		H 0 1 L 41/08	D
	41/18	41/18	1 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-202588(P2001-202588)

(22) 出願日 平成13年7月3日(2001.7.3)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 高橋 和夫

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 田村 幸

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

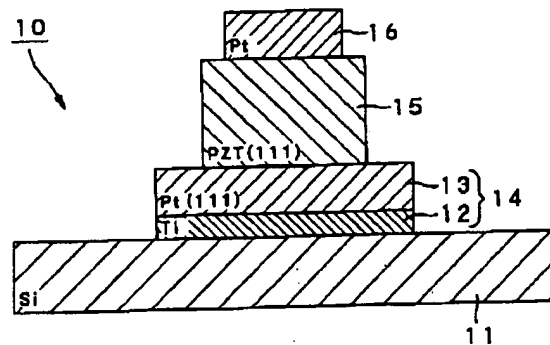
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電素子

(57) 【要約】

【課題】 大きな圧電変位量を確実に且つ簡便に得る。

【解決手段】 基板11上に、Ti膜12及び第1のPt膜13による積層構造とされた下地膜14を介してPZT薄膜15を形成する。この第1のPt膜13の(111)ピークにおけるロッキングカーブの半値幅を5°以内に設定する。これにより、Tiリッチな組成とされたPZT薄膜15における(111)配向度を十分に且つ簡便に確保することができる。これによりPZT薄膜15は、自発分極が向上し、大きな圧電変位量を示すこととなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、(111) 方位に優先配向されたPt膜と、PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) 薄膜とが順次積層されてなる圧電素子において、

上記Pt膜は、X線回折におけるロッキングカーブの半値幅が5° 以内に設定されていることを特徴とする圧電素子。

【請求項2】 上記基板と上記Pt膜との間に形成されたTi膜を備え、

上記Ti膜の膜厚は、20nm以上且つ100nm以下とされていることを特徴とする請求項1記載の圧電素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、PZT薄膜を備えて構成され、例えばマイクロアクチュエータ等に用いて好適な圧電素子に関する。

【0002】

【従来の技術】例えばマイクロアクチュエータ等の駆動源や、加速度センサ或いは移動量センサ等の検出部には、従来から圧電素子が広く用いられている。

【0003】このような圧電素子は、表面に極く薄いシリコン酸化膜が形成されたシリコン単結晶基板上に、Ti膜とPt膜との積層膜を介して、圧電効果を有するPZT (チタン酸ジルコン酸鉛) 薄膜が形成されてなる。また、このような圧電素子を作製するに際しては、各種微細加工技術や、スパッタ法、ゾルゲル法、及びCVD (化学的气相成長) 法などのような各種薄膜形成技術が用いられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したような圧電素子は、例えばマイクロアクチュエータ等に備えられる駆動源として用いる場合に、印加する電圧の変化量に対してPZT薄膜における物理的な変位量が大きいことが望まれる。なお、この電圧変化に対する変位量のことを、以下では圧電変位量と称する。

【0005】この圧電変位量は、PZT薄膜における自発分極に大きく依存している。このため、大きな圧電変位量を得るためにはPZT薄膜が高い自発分極を示すことが要求される。PZT薄膜は、Tiリッチ (PbTiO₃リッチ) の組成である場合には、結晶配向方位が(111) に優先配向されたときに高い自発分極を示し、Zrリッチ (PbZrO₃) リッチの組成である場合には、結晶配向方位が(100) に優先配向されたときに高い自発分極を示すという特性を有している。

【0006】なお、実際のPZT薄膜は、PbTiO₃とPbZrO₃とが厳密に50%ずつである組成のときに、各々の場合の特性を示す境界が存在するものではなく、例えばPbTiO₃がPbZrO₃と比較して、ある程度多い組成である場合に、Tiリッチに特有の特性

を示す。

【0007】したがって、自発分極以外の各種特性や製造時の条件などにより、Tiリッチの組成を有するPZT薄膜を用いて圧電素子を構成する場合には、このPZT薄膜を(111) に優先配向させることが望ましい。

【0008】しかしながら、従来から広く用いられている手法により圧電素子を作製すると、同一条件でPZT薄膜を成膜した場合であっても、このPZT薄膜を安定して(111) 方位に優先配向させることが困難であった。このため、従来の圧電素子は、誘電率や圧電定数にばらつきが生じ、所望とする圧電変位量を確実に得ることが困難であった。したがって、例えば共振子、フィルタ或いはアクチュエータなどの駆動源として用いられたときに、その特性及び効率が大きくばらついてしまうといった問題があった。

【0009】そこで、本発明は、上述した従来の実情に鑑みてなされたものであり、大きな圧電変位量を確実に且つ簡便に得ることが可能な圧電素子を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上述した目的を達成するために鋭意検討した結果、PZT薄膜の下層側に形成されるPt膜に注目し、このPt膜の結晶配向方位を(111) に優先配向させることによって、大きな圧電変位量を示すTiリッチのPZT薄膜を安定して確実に得ることができるという知見を得るに至った。

【0011】すなわち、本発明に係る圧電素子は、基板上に、(111) 方位に優先配向されたPt膜と、PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) 薄膜とが順次積層されてなる圧電素子であり、上記Pt膜は、X線回折におけるロッキングカーブの半値幅が5° 以内に設定されていることを特徴とするものである。

【0012】以上のように構成された本発明に係る圧電素子は、PZT薄膜に接するPt膜の結晶配向方位が(111) 方位に十分に優先配向されていることから、PZT薄膜の結晶配向方位も確実に(111) 方位に優先配向されることとなる。

【0013】また、本発明に係る圧電素子においては、上記基板と上記Pt膜との間に形成されたTi膜を備え、当該Ti膜の膜厚が20nm以上且つ100nm以下とされていることが望ましい。圧電素子においては、基板とPt膜と間にTi膜を備えることによって、Pt膜の基板に対する付着力を向上させることができるが、このTi膜の膜厚が20nm未満であると、この効果が不十分となり、Pt膜が基板から剥離しやすくなってしまふ。また、Ti膜は、(111) 方位に配向しておくことによって、Pt膜の(111) 方位への配向を容易とすることができるが、その膜厚が100nmを超えると表面粗さが増大してしまうことから、第1のPt膜13における(111) 方位への配向度が大きくなってし

まい、この第1のPt膜13のX線回折におけるロッキングカーブの半値幅を 5° 以内に形成することが困難となってしまう。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。以下では、本発明を適用した一構成例として、図1に示すような積層構造を有する圧電素子10を挙げて説明する。

【0015】圧電素子10は、図1に示すように、例えばシリコン単結晶からなる基板11上に、Ti膜12と第1のPt膜13とが順次積層されてなる下地膜14と、PZT(チタン酸ジルコン酸鉛)薄膜15と、第2のPt膜16とが順次積層された構造とされている。

【0016】なお、基板11は、他の各膜が形成される側の主面に、極く薄いシリコン酸化膜が形成されていることが望ましい。これにより、基板11を形成するSi原子とTi膜12を構成するTi原子とが拡散して、各々の膜特性が変質してしまうことを防止することができる。

【0017】また、Ti膜12は、第1のPt膜13の基板11に対する付着力を向上させる目的で形成されている。このTi膜12の膜厚は、20nm以上且つ100nm以下とされていることが望ましい。Ti膜12の膜厚が20nm未満であると、第1のPt膜13の付着力を向上させる効果が不十分となり、第1のPt膜13が基板11から剥離しやすくなってしまふ。また、Ti膜12は、(111)方位に配向しておくことによって第1のPt膜13の(111)方位への配向を容易とすることができるが、その膜厚が100nmを超えると表面粗さが増大してしまうことから、第1のPt膜13における(111)方位への配向度が大きくなってしまふ、この第1のPt膜13のX線回折におけるロッキングカーブの半値幅を 5° 以内に形成することが困難となってしまう。

【0018】圧電素子10においては、PZT薄膜15が第1のPt膜13と第2のPt膜16とに挟持された構造とされており、これら第1のPt膜13及び第2のPt膜16がそれぞれPZT薄膜15に対する下部電極と上部電極としての機能を有している。また、PZT薄膜15は、印加される電圧に応じて物理的に伸縮する効果、いわゆる圧電効果を有しており、第1のPt膜13及び第2のPt膜16によって膜厚方向に電圧が印加されることにより、電圧値に応じた物理的な変位が膜厚方向に生じる。

【0019】また、本実施の形態において、PZT薄膜15は、Tiリッチ(PbTiO₃リッチ)の組成で形成されているとともに、その結晶配向方位が(111)に優先配向されている。一般に、PZT薄膜は、Tiリッチの組成で形成されている場合に、(111)方位に優先配向されていることによって高い自発分極を示す。

したがって、本例に係るPZT薄膜15は、印加する電圧の変化量に対する物理的な変位量、すなわち圧電変位量が大きなものとなる。

【0020】また、第1のPt膜13は、その結晶配向方位が(111)方位に優先配向されているとともに、X線回折におけるロッキングカーブの半値幅が 5° 以内に設定されている。本例に係る圧電素子10においては、このようにして第1のPt膜13が(111)方位に十分に揃って配向されていることから、この第1のPt膜13に接するPZT薄膜15の結晶配向方位も確実に(111)方位に優先配向されたものとなる。したがって、圧電素子10においては、TiリッチのPZT薄膜15における圧電変位量を十分に且つ確実に得ることができる。

【0021】つぎに、以上のように構成された圧電素子10における特性を検証するために、上述した圧電素子10の構成に基づいたサンプル素子を実際に作製した場合の実験例について説明する。

【0022】圧電素子10の構成に基づくサンプル素子を作製するに際して、まず、シリコン単結晶からなる直径4インチの基板11を用意し、この基板11を有機溶剤及び純水で洗浄した。また、この基板11の主面には、SiO₂熱酸化膜を300nm程度の膜厚で形成した。

【0023】次に、図2に示すように、基板11の主面に、Ti膜12を成膜した。このTi膜12を成膜するに際しては、マグネトロンスパッタ装置を用いて、RF出力を1.2kWとし、成膜室内部の圧力をArガスにより0.3Paとして成膜した。このとき、図3に示すように、Ti膜12の膜厚を変えて第1乃至第7のサンプル素子を作製した。

【0024】次に、図4に示すように、各サンプル素子のTi膜12上に100nmの膜厚でそれぞれ第1のPt膜13を成膜した。これにより、Ti膜12と第1のPt膜13とが積層されてなる下地膜14が完成する。

【0025】この第1のPt膜13を成膜するに際しては、マグネトロンスパッタ装置を用いて、RF出力を0.3kWとし、成膜室内部の圧力をArガスにより0.3Paとして成膜した。このとき、大気中の酸素などが反応することによりTi膜12の表面に酸化層が形成されてしまうことを防止するために、基板11をスパッタ装置の成膜室内から出さず、上述したTi膜12の成膜と第1のPt膜13の成膜とを連続して行うことが望ましい。

【0026】次に、図5に示すように、各サンプル素子の第1のPt膜13上に500nmの膜厚でPZT薄膜15をそれぞれ成膜した。このとき、例えば、Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_{3-x}なる組成を有するターゲット材を配設したマグネトロンスパッタ装置を用いて、RF出力を0.3kWとし、Arガスと酸素との混

合比を1:9とした混合雰囲気中で圧力0.4 Paの条件の下で成膜した。

【0027】次に、以上のようにして成膜した各サンプル素子のPZT薄膜15に対して、赤外線加熱炉を用いて、酸素ガスを導入しながら結晶化熱処理を施した。この結晶化熱処理においては、加熱温度を700℃とし、加熱時間を10分間とした。

【0028】以上のようにして作製した第1乃至第7のサンプル素子の各々について、X線ディフラクトメータにより2θスキャンでX線回折を行った。このときに得られたX線ピークプロファイルを図6に示す。なお、第1乃至第7のサンプル素子の全てについて図示するとグラフが煩雑になるため、図6においては、第5及び第6のサンプル素子について得られたX線ピークプロファイルの図示を省略する。

【0029】また、この図6中において、矢印A、矢印B、及び矢印Cで示す位置に表れているピークは、それぞれPZT薄膜15における(100)配向、(110)配向、(111)配向によるものである。また、図6中において矢印Dで示す位置に表れているピークは、基板11を構成するSiの(200)配向によるものである。また、図6中において矢印Eで示す位置に表れているピークは、第1のPt膜13における(111)配向によるものである。

【0030】つぎに、第1乃至第7のサンプル素子の各々について、図6中に表れている第1のPt膜13における(111)ピーク近傍でθスキャンによりX線回折を行い、この第1のPt膜13について(111)ピークのロックアップカーブを測定した。この測定結果を図7に示す。なお、第1乃至第7のサンプル素子の全てについて図示するとグラフが煩雑になるため、図7においては、第5及び第6のサンプル素子について得られたロックアップカーブの図示を省略する。

【0031】そして、以上のようにして得られた第1のPt膜13の(111)ピークにおけるロックアップカーブの半値幅を第1乃至第7のサンプル素子について測定した。この測定結果を図3に併せて示す。

【0032】また、PZT薄膜15の(111)配向度を図6から測定した。この測定結果を図3に併せて示す。なお、この(111)配向度とは、図6に示すX線ピークプロファイルから読み取った(100)ピーク値、(110)ピーク値、及び(111)ピーク値をそれぞれ E_{100} 、 E_{110} 、 E_{111} としたときに、 $E_{111} / (E_{100} + E_{110} + E_{111})$ なる計算式により算出された割合のことをいう。

【0033】ここで、図3に示す結果から、TiリッチのPZT薄膜15における(111)配向度が90%以上程度に十分に得るためには、第1のPt膜13の(111)ピークにおけるロックアップカーブの半値幅を5°以内に設定することが有効であることが明らかである。

このロックアップカーブの半値幅が5°を僅かに超えた5.1°である第4のサンプル素子は、PZT薄膜15の(111)配向度が69%と著しく劣化している。したがって、圧電素子10においては、第1のPt膜13の(111)ピークにおけるロックアップカーブの半値幅を5°以内とすることによって、TiリッチのPZT薄膜15の(111)配向度を十分に且つ確実に得ることができる。

【0034】圧電素子10においては、上述のように、第1のPt膜13における結晶配向方向が適切に選択されていることにより、Tiリッチの組成で形成されたPZT薄膜15の結晶配向方向を(111)方位に十分に揃えることができる。したがって、このPZT薄膜15に生じる自発分極を十分に向上させることができ、ひいては大きな圧電変位量を得ることが可能である。したがって、圧電素子10は、例えば共振器、フィルタ或いはアクチュエータなどのような各種素子における駆動源として用いた場合に、これら各種素子の特性及び効率を向上させることができる。

【0035】なお、上述した半値幅は、第1のPt膜13における(111)配向度を向上させるに伴って減少する。このため、半値幅の下限値は、特に限定されるものではなく、理論的には第1のPt膜13における(111)配向度を100%とするに伴って「0」に近づく。ただし、実際には第1のPt膜13の(111)配向度を完全に100%とすることは不可能であることや、また測定器であるX線ディフラクトメータの分解能に制限があることなどによって、半値幅の下限値は決定される。

【0036】また、圧電素子10は、第1のPt膜13の結晶配向方向を制御することによってPZT薄膜15の(111)配向度を制御することができることから、PZT薄膜15を成膜したときに生じる特性のばらつきを抑制することができ、高性能な圧電素子10を歩留まり良く作製することができる。

【0037】なお、第1のPt膜13の結晶配向方向を制御するに際しては、図3から明らかであるように、Ti膜12の膜厚を制御することにより実現することが可能である。このTi膜12は、本来、第1のPt膜13の基板11に対する付着力を向上させる目的で形成されているが、その膜厚を変化させることによって第1のPt膜13における結晶配向方向も変化することが、図3から明らかである。

【0038】すなわち、Ti膜12の膜厚を100nm以下とすることによって、第1のPt膜13の(111)ピークにおける半値幅を丁度5.0°以内とすることができる。また、Ti膜12の膜厚は、20nm以上で形成されていることが望ましい。Ti膜12を20nm未満の膜厚で成膜すると、第1のPt膜13の基板11に対する付着力を向上させる効果が不十分となり、第

1のPt膜13が基板11から剥離しやすくなってしまう。

【0039】なお、上述の説明においては、Ti膜12の膜厚を制御することによって第1のPt膜13の結晶配向方位を制御するとしたが、第1のPt膜13の(111)ピークにおける半値幅を5°以内とするに際しては、Ti膜の膜厚を制御する手法を採用することに限定されるものではなく、他の手法を用いてもよい。

【0040】

【発明の効果】本発明に係る圧電素子は、PZT薄膜に接するPt膜の結晶配向方位が(111)方位に十分に優先配向されていることから、PZT薄膜の結晶配向方位も確実に(111)方位に優先配向されることとなる。したがって、大きな圧電変位量を示すTiリッチのPZT薄膜を安定して確実に得ることができ、特性や効率のばらつきが十分に抑制された高性能な圧電素子を実現することができる。また、このような圧電素子を、例えば共振器、フィルタ或いはアクチュエータなど各種素子における駆動源として用いることにより、これら各種素子の特性及び効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した一構成例として示す圧電素子の積層構造を示す概略断面図である。

【図2】同圧電素子の構造に基づくサンプル素子を複数

作製する場合について説明する図であり、基板上にTi膜を成膜した状態を示す概略断面図である。

【図3】同サンプル素子のそれぞれに成膜するTi膜の膜厚と、第1のPt膜の(111)ピークにおけるロックアップカーブの半値幅、及びPZT薄膜の(111)配向度との関係を示す模式図である。

【図4】同サンプル素子を作製する場合について説明する図であり、Ti膜上に第1のPt膜を成膜した状態を示す概略断面図である。

【図5】同サンプル素子を作製する場合について説明する図であり、第1のPt膜上にPZT薄膜を成膜した状態を示す概略断面図である。

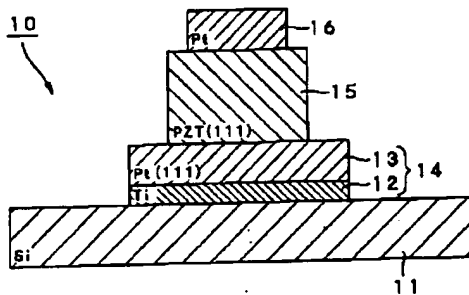
【図6】同サンプル素子のそれぞれについて、X線ディフラクトメータにより2θスキャンでX線回折を行ったときに得られたX線ピークプロファイルを示すグラフである。

【図7】同サンプル素子のそれぞれにおける第1のPt膜について(111)ピークのロックアップカーブを測定した結果を示すグラフである。

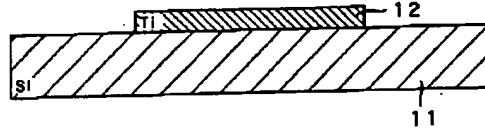
【符号の説明】

10 圧電素子、11 基板、12 Ti膜、13 第1のPt膜、14 下地膜、15 PZT薄膜、16 第2のPt膜

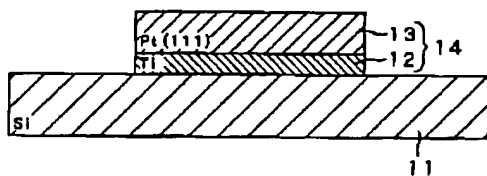
【図1】



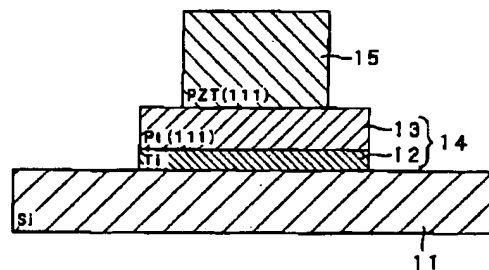
【図2】



【図4】



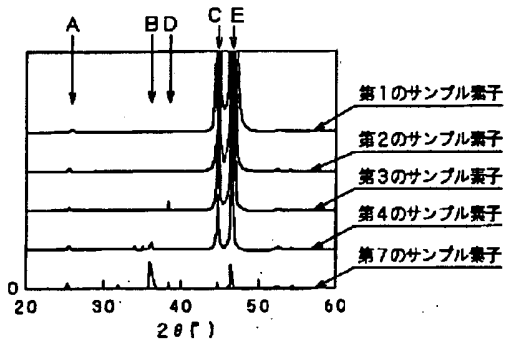
【図5】



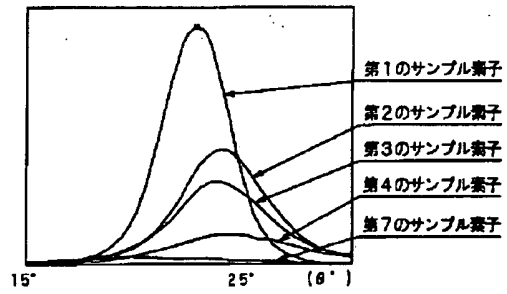
【図3】

	Ti膜の膜厚 (nm)	Pt膜の(111)ピークにおける ロックンクカーブの半値幅	PZT膜の (111)配向度
第1のサンプル素子	20	3.4°	98%
第2のサンプル素子	50	4.4°	98%
第3のサンプル素子	100	5.0°	90%
第4のサンプル素子	150	5.1°	69%
第5のサンプル素子	200	5.9°	61%
第6のサンプル素子	400	7.8°	43%
第7のサンプル素子	500	10.0°	20%

【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 本多 順一
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
株式会社内